Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение

Высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

|  |
| --- |
| Институт космических и информационных технологий |
| институт |
| Программная инженерия |
| кафедра |

**ОТЧЕТ О ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

|  |
| --- |
| Сравнительный анализ эффективности численных методов нулевого порядка |
| тема |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Преподаватель | |  |  |  | В. В. Тынченко |
|  | |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |
| Студент | КИ21-17/1Б, 032156940 |  |  |  | Н. А. Самарин |
|  | номер группы, зачётной книжки |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |

Красноярск 2023

**СОДЕРЖАНИЕ**

1 Задание............................................................................................................... 3

2 Методы одномерной минимизации................................................................ 3

3 Методы многомерной минимизации.............................................................. 4

4 Выводы.............................................................................................................. 5

**1 Задание**

На основании результатов выполнения практических работ модуля  
"Численные методы нулевого порядка для поиска безусловного экстремума"  
сравнить реализованные алгоритмы по точности и скорости решения задач  
оптимизации, варьируя параметры алгоритмов. Для проведения  
вычислительных экспериментов самостоятельно выбрать 3 целевые функции и  
интервалы неопределенности, интересные с точки зрения исследования.  
Результаты вычислительных экспериментов представить в табличном виде,  
прокомментировать их и сделать обоснованный вывод об особенностях работы  
исследуемых алгоритмов и их эффективности на различных целевых функциях.

**2 Методы одномерной минимизации**

Для проведения вычислительных экспериментов были выбраны 3  
целевые функции и интервалы неопределенности:

- f(x) = x^2 [-6;6];

- f(x) = (6 \* x + 3)^2 - 2\*x - 1 [-6;6];

- f(x) = x^2 - (6\*x) + 14 [-60;60].

Был проведён сравнительный анализ методов Фибоначчи и Пауэлла  
(квадратичная интерполяция). Для перебора параметров был выбран параметр  
epsilon используемый для всех методов, со значениями 0.01, 0.0001, 0.000001.  
Для Фибоначчи также применялся параметр l=0.001, для Пауэлла delta=0.01. В  
итоге были получены следующие результаты, представленные в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Результаты работы методов одномерной минимизации для  
первой функции

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| epsilon | fibonacci\_method отклонение | powell\_quad\_inter отклонение | fibonacci\_method количество вычислений | powell\_quad\_inter количество вычислений |
| 0.010000 | 0.0 | 0.0 | 23 | 9 |
| 0.000100 | 0.0 | 0.0 | 23 | 9 |
| 0.000001 | 0.000021 | 0.000025 | 25 | 9 |

Таблица 2 – Результаты работы методов одномерной минимизации для  
второй функции

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| epsilon | fibonacci\_method отклонение | powell\_quad\_inter отклонение | fibonacci\_method количество вычислений | powell\_quad\_inter количество вычислений |
| 0.010000 | 0.000854 | 0.000002 | 24 | 7 |
| 0.000100 | 0.000002 | 0.000002 | 24 | 7 |
| 0.000001 | 0.000001 | 0.000002 | 24 | 7 |

Таблица 3 – Результаты работы методов одномерной минимизации для  
третьей функции

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| epsilon | fibonacci\_method отклонение | powell\_quad\_inter отклонение | fibonacci\_method количество вычислений | powell\_quad\_inter количество вычислений |
| 0.010000 | 0.00002 | 0.0 | 27 | 7 |
| 0.000100 | 0.0 | 0.0 | 27 | 7 |
| 0.000001 | 0.0 | 0.0 | 27 | 7 |

В результате можно сказать, что для всех функций у метода Фибоначчи  
больше количество вычислений. Метода Фибоначчи также показал большее  
отклонение при высоком epsilon для второй функции.

**3 Методы многомерной минимизации**

Для проведения вычислительных экспериментов были выбраны 3  
целевые функции:

- f(x) = x^2 + y^2;

- f(x) = (x - 1)^2 + (y + x)^2;

- f(x) = x^2 + 4 \* x \* y + 18 \* (y^2).

Был проведён сравнительный анализ методов Хука-Дживса,  
Нелдера-Мида, Розенброка, Пауэлла (сопряженных направлений). Для  
перебора параметров был выбран параметр epsilon используемый для всех  
методов, со значениями 1, 0.1, 0.01. Также изменялись начальные точки для  
методов в которых они используются, в зависимости от функции, для 1, 2, 3  
соответственно (0, 0), (20, 20), (200, 200). Для Хука-Дживса также применялись  
параметры d=0.3, h=1, alpha=2, для Нелдера-Мида alpha=1.5, beta=0.25,  
gamma=2.5 и начальные точки (-20, -20), (-20, 20), (20, 20), (20, -20), для  
Розенброка a=2, b=-0.5, N=10, deltas\_0=[0.01, 0.01], для Пауэлла fib\_eps=0.0001.  
В итоге были получены следующие результаты, представленные в таблицах  
1-3.

Таблица 4 – Результаты работы методов многомерной минимизации для  
первой функции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| epsilon | hook\_jee vs отклонен иеотклон ение | nelder\_m отклонен иеотклон ение | rosenbrok отклонен иеколиче ство вычисле ний | powell\_s opr\_n отклонен иеколиче ство вычисле ний | hook\_jee vs количест во вычисле нийколи чество вычисле ний | nelder\_m количест во вычисле нийколи чество вычисле ний | rosenbrok количест во вычисле нийколи чество вычисле ний | powell\_s opr\_n количест во вычисле ний количест во вычисле ний |
| 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 6 | 60 | 12 | 66 |
| 0.10 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 13 | 78 | 12 | 66 |
| 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 25 | 96 | 12 | 66 |

Таблица 5 – Результаты работы методов многомерной минимизации для  
второй функции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| epsilon | hook\_jee vs отклонен иеотклон ение | nelder\_m отклонен иеотклон ение | rosenbrok отклонен иеколиче ство вычисле ний | powell\_s opr\_n отклонен иеколиче ство вычисле ний | hook\_jee vs количест во вычисле нийколи чество вычисле ний | nelder\_m количест во вычисле нийколи чество вычисле ний | rosenbrok количест во вычисле нийколи чество вычисле ний | powell\_s opr\_n количест во вычисле ний количест во вычисле ний |
| 1.00 | 0.8 | 0.0625 | 0.003746 | 0.352519 | 58 | 64 | 60 | 369 |
| 0.10 | 0.00125 | 0.003906 | 0.003746 | 0.001343 | 90 | 76 | 60 | 621 |
| 0.01 | 0.00002 | 0.000244 | 0.003596 | 0.000018 | 103 | 103 | 69 | 810 |

Таблица 6 – Результаты работы методов многомерной минимизации для  
третьей функции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| epsilon | hook\_jee vs отклонен иеотклон ение | nelder\_m отклонен иеотклон ение | rosenbrok отклонен иеколиче ство вычисле ний | powell\_s opr\_n отклонен иеколиче ство вычисле ний | hook\_jee vs количест во вычисле нийколи чество вычисле ний | nelder\_m количест во вычисле нийколи чество вычисле ний | rosenbrok количест во вычисле нийколи чество вычисле ний | powell\_s opr\_n количест во вычисле ний количест во вычисле ний |
| 1.00 | 0.92 | 0 | 0.053561 | 0.009234 | 183 | 78 | 186 | 388 |
| 0.10 | 0.014375 | 0 | 0.00015 | 0.000479 | 194 | 96 | 218 | 452 |
| 0.01 | 0.000225 | 0 | 0.000003 | 0.000002 | 209 | 105 | 230 | 581 |

В результате можно сказать, что методы Хука-Дживса и Пауэлла  
показывают наибольшее отклонение, конкретно при высоких epsilon, но во  
второй функции при меньших epsilon Нелдер-Мид и Розенброк показывают  
большее отклонение. Метод Пауэлла показывает наибольшее количество  
вычислений. На малом отличии x0 от реального минимума Розенброк и  
Хук-Дживс показывают наименьшее количество вычислений. Но при этом в  
отличии от Недлера-Мида все остальные методы показывают увеличение  
количества вычислений при увеличении отличия x0 от реального минимума.  
Поэтому при большом отличии Недлер-Мид показывает наименьшее  
количество вычислений среди всех методов.

**4 Выводы**

Были вычислены значения точности и скорости методов разработанных в  
прошлых работах. Результаты были проанализированы и сделаны  
соответствующие выводы.